

KUALITAS KIMIA DAN FISIK AIR MINUM PEDESAAN DI KECAMATAN CIRUAS KABUPATEN SERANG

Hendro Martono¹, Muhajir² dan Inswiasri¹

¹ Puslitbang Ekologi dan Status Kesehatan, Balitbangkes Depkes, Jakarta

² WHO Short term consultant pada Ditjen PP & PL, Depkes, Jakarta

CHEMICAL AND PHYSICAL QUALITY OF RURAL DRINKING WATER SUPPLY IN THE SUB-DISTRICT OF CIRUAS, SERANG

Abstract. *In February – April 2007 a survey had been performed assessing chemical and physical quality of rural drinking water supply in the Sub-district of Ciruas, Serang. Data collection was done by performing interview, observation, and laboratory analyses. There were 63 household respondents, 16 water samples were chemically analyzed, and 35 water samples were physically assessed. As many as 53.97 % respondents using treated river water to fulfill their drinking water demand (where 17.65 % out of them using Poly ammonium chloride for the water treatment), 39.68 % respondents using dug-well, and 17.46 % respondents using rain water.*

Among 16 water samples chemically analyzed, as many as 13 samples (81.25 %) complied with the existing standards, the rest, 3 samples (18.75 %) did not comply with the standard. The percentage of water samples which did not comply with the chemical quality standards in Kadikaran Village was 10.00 %, much lower than water samples in Pulo Village, namely 33.33 %. Based on the water samples kinds, from 8 drinking water samples laboratory analyzed, 2 samples (25.00 %) did not comply with chemical quality standards. Then, from 7 clean water laboratory analyzed, all samples (100 %) complied with chemical quality standards, and 1 river water sample did not comply with chemical quality standards. Furthermore, out of 35 water samples physically assessed, as many as 34 samples (97.14 %) complied with turbidity standard, 21 water samples (60.00 %) complied with taste standard, and all of the water samples complied with color and odor standards.

Key words: Rural, Drinking water, Serang, Chemical, Physical

PENDAHULUAN

Di samping cemaran mikroba, air minum juga dipersyaratkan tingkat cemaran kimia dan fisiknya. Perlu diketahui bahwa batas tingkat cemaran kimia umumnya diperhitungkan total masukan (*intake*) bahan cemaran kimia tersebut seumur hidup, dengan asumsi tingkat konsumsi 2 liter per hari pada orang yang berat badan 60 Kg. Tetapi pada kenyataannya

tingkat konsumsi ini sangat bervariasi tergantung beberapa faktor, misalnya iklim, kegiatan fisik, budaya, dan sebagainya ⁽¹⁾. Kehadiran cemaran bahan kimia dalam air minum merupakan hal yang tidak diharapkan, ada batas toleransi (*tolerable daily intake/TDI*) tertentu untuk berbagai jenis cemaran. Jadi keberadaannya tidak disengaja (dibubuhkan) seperti halnya bahan tambahan makanan atau pestisida dalam makanan, sehingga tidak dipakai istilah

acceptable daily intake/ADI ⁽²⁾. Sehubungan dengan itu, karena perhitungan batas cemaran kimia (TDI) tersebut didasarkan atas kejadian masukan yang berlangsung seumur hidup, maka penerapan ukuran TDI tersebut seyogyanya memanglah tidak diartikan bahwa batas tersebut tidak boleh dilampaui pada periode waktu yang pendek. Paparan cemaran kimia yang melebihi TDI pada jangka waktu yang pendek tidak berpengaruh, asalkan secara keseluruhan tidak melebihi batas yang ditentukan ⁽³⁾.

Dewasa ini, dengan semakin berkembangnya kegiatan pertanian dan industri, maka kekhawatiran pencemaran air juga ditujukan terhadap zat-zat pencemar kimia. Akibat pemakaian pupuk yang berlebihan, diperkirakan dewasa ini sekitar 54 % danau di kawasan Asia-Pasifik telah mengalami eutrophikasi ⁽⁴⁾. Tetapi perlu juga diketahui bahwa di samping akibat kegiatan manusia, adakalanya kehadiran zat-zat kimia tertentu memang sudah terjadi secara alami karena faktor geografis, sebagaimana adanya kandungan flouride dalam air di beberapa wilayah pegunungan di Afrika dan Asia. Kandungan flouride sebesar 0,5 – 1,0 mg/l sangat bermanfaat untuk mencegah timbulnya karies gigi, tetapi kandungan zat tersebut yang berlebihan berakibat buruk bagi kesehatan ⁽⁵⁾. Kemudian, kandungan arsenic dalam air yang tinggi juga ditemukan di beberapa tempat di China, Philipina, dan Bangladesh. Bahkan manifestasi gangguan kesehatan sudah dijumpai pada penduduk-penduduk yang minum air yang tercemar arsenic tersebut ⁽⁶⁾. Di West Bengal diperkirakan sebanyak 200.000 orang menderita *arsenical skin lesions*, sehubungan dengan itu pemerintah setempat juga telah berupaya mengembangkan teknologi pengolahan air untuk mengatasi cemaran arsenic tersebut ^(7, 8). Pencemaran *nitrates* juga dialami oleh 15 negara di wilayah

Eropa, di mana 0,5 – 10,0 % penduduk di kawasan tersebut terpapar air minum yang mengandung lebih dari 50 mg/l ⁽⁹⁾.

Pengawasan dan pemantauan pengelolaan air minum pada masyarakat pedesaan memang perlu dilakukan secara berkesinambungan. Hal ini dimaksudkan agar kondisi air minum yang dipergunakan dapat diketahui, sehingga mempermudah dilakukannya tindakan koreksi apabila terjadi hal-hal yang mungkin dapat mengganggu kesehatan para pemakainya. Sejalan dengan maksud tersebut, pada bulan Februari – April 2007 telah dilakukan suatu survei untuk mengetahui kondisi kualitas fisik dan kimia air minum di Desa Kadikaran dan Pulo, Kecamatan Ciruas, Kabupaten Serang. Kegiatan ini sekaligus juga dimaksudkan untuk mengevaluasi dampak pelaksanaan Program Aman Tirta yang pada Bulan November 2005 – Juni 2006 telah dilakukan sosialisasi perbaikan kualitas air dan perubahan perilaku masyarakat di Kecamatan Petir dan Kecamatan Ciruas Kabupaten Serang.

BAHAN DAN CARA

1. Ruang lingkup

Penelitian ini bersifat deskriptif dan potong lintang untuk mengetahui kualitas fisik dan kimia air minum di Desa Kadikaran dan Pulo, Kabupaten Serang. Ruang lingkup survei ini mencakup: sumber air rumah tangga, cara-cara penanganan air, kualitas fisik dan kimia air.

2. Sumber data

Sumber data berasal dari hasil observasi dan wawancara dengan responden, hasil analisis laboratorium, serta data sekunder yang diperoleh dari instansi terkait.

3. Populasi dan sampel

Populasi dalam survei ini adalah rumah tangga di Desa Kadikaran dan Desa

Tabel 1: Pencaran sampel air di Desa Kadikaran dan Pulo

No	Jenis sampel air	Lokasi / Desa		Jumlah
		Kadikaran (buah)	Pulo (buah)	
1.	Air hujan	1		1
2.	Air sungai	1		1
3.	Air yang sudah	4		4
4.	Air minum	4	4	8
5.	Air sumur gali		1	1
6.	Air sumur pompa		1	1
Jumlah		10	6	16

Pulo. Jumlah sampel yang diambil adalah 63 kepala keluarga, yang meliputi 42 responden (67,74 %) di Desa Kadikaran dan 21 responden (33,87 %) di Desa Pulo. Dari Desa Kadikaran diwawancarai 42 responden (32 responden dari Dusun Kandang Haur 10 responden dari Dusun Mejasem) dan 21 responden dari Dusun Sudimara, Desa Pulo. Sampel air yang diambil dan diperiksa di laboratorium sebanyak 16 buah terdiri dari: 10 buah sampel dari Desa Kadikaran dan 6 buah sampel air dari Desa Pulo, daftar pencaran sampel dapat dilihat pada Tabel 1. Pemeriksaan sampel air dengan parameter kimia dan fisik dilakukan menurut ketentuan baku mutu sebagaimana diatur dalam Keputusan Menteri Kesehatan No 416/MenKes/Per/IX/1990.

Pemeriksaan kualitas fisik air dilakukan terhadap 35 buah sampel air, 14 sampel air berasal dari Desa Kadikaran dan 21 sampel air berasal dari Desa Pulo. Parameter-parameter yang dipakai untuk melakukan penilaian kualitas fisik air meliputi: kekeruhan, rasa, warna, dan bau.

4. Pengumpulan data dan analisis laboratorium

Pengumpulan data dilakukan dengan cara wawancara dengan menggunakan kuesioner, observasi terhadap sarana air bersih dan peralatan/tempat penyimpanan air, serta pengambilan dan

pemeriksaan kualitas fisik dan kimia air. Petugas pengumpul data berasal dari staf Sub-Direktorat Penyehatan Air, Direktorat Penyehatan Lingkungan, Ditjen Pemberantasan Penyakit & Penyehatan Lingkungan, Staf Dinas Kesehatan Kabupaten Serang, dan staf Puskesmas Kecamatan Ciruas, Kabupaten Serang. Pengambilan sampel air dan pemeriksaan laboratorium kualitas air dilakukan oleh staf Laboratorium Kesehatan Daerah Propinsi Banten di Serang. Survei ini dilakukan selama tiga bulan (Februari 2007 s/d April 2007)

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Sumber Air minum penduduk

Berdasarkan data yang tertera pada Tabel 2 terlihat bahwa untuk keperluan minum dan masak, sebagian besar (80,95 %) penduduk di Desa Kadikaran menggunakan air yang berasal dari sungai, sedangkan penduduk di Desa Pulo semuanya (100 %) menggunakan air sumur gali, baik yang dilengkapi dengan pompa maupun tidak. Responden yang menggunakan air hujan hanya yang berdomisili di Desa Kadikaran, sedangkan di Desa Pulo tidak ada responden yang memanfaatkan air hujan. Dari data yang ada terlihat bahwa beberapa responden di Desa Kadikaran menggunakan lebih dari

satu sumber air untuk kebutuhan sehari-hari.

Selanjutnya dapat pula dikemukakan bahwa sebagian besar responden di Desa Kadikaran menggantungkan kebutuhan airnya pada sumber air sungai. Oleh karena itu, kegiatan pengolahan air sungai juga hanya dilakukan oleh responden yang bertempat tinggal di Desa Kadikaran. Kegiatan pengolahan air sungai tersebut meliputi kegiatan pengumpulan dan pengendapan air sungai atau pengumpulan, pengendapan dan penyaringan air sungai. Pengendapan dengan pembubuhan tawas dilakukan oleh 17,65 % dari responden yang melakukan pengolahan air sungai. Dari Tabel 2 tersebut juga terlihat bahwa sebanyak 34 responden (53,97 %) dari 63 responden yang disurvei mempergunakan air sungai sebagai sumber air minum mereka, 25 responden (39,68 %) mempergunakan sumur gali, dan 11 responden (17,46 %) mempergunakan air hujan.

B. Hasil pemeriksaan kualitas fisik air

Berdasarkan hasil pengamatan kualitas fisik air diketahui bahwa di Desa

Kadikaran dari 14 sarana air bersih yang diperiksa, semua sampel air tersebut (100 %) kualitas fisik airnya jernih, tidak berwarna dan tidak berbau, tetapi berasa payau/anta. Air tanah di Desa ini tidak memenuhi syarat bila dipakai untuk masak dan minum. Selain itu, semua sampel air (100 %) yang berasal dari Desa Kadikaran memenuhi syarat (MS) kekeruhan. Di Desa Pulo, dari sebanyak 21 buah sampel air yang diperiksa, semuanya (100 %) kualitas fisik air tanahnya tidak berwarna, tidak berasa dan tidak berbau. Sebanyak 95,23 % sampel air yang berasal dari Desa Pulo memenuhi persyaratan kekeruhan. Hasil pemeriksaan kualitas fisik air (Tabel 3).

Kekeruhan atau *turbidity* biasanya terjadi karena hadirnya *particulate matter* seperti tanah liat, *colloidal particles*, *plankton* atau micoorganisme lainnya yang mempengaruhi kemampuan air untuk menyerap sinar. Kemampuan air untuk menyerap sinar tergantung banyak faktor di antaranya jumlah, ukuran, bentuk partikel dan panjang gelombang sinar yang masuk⁽¹⁰⁾. Ukuran partikel tersebut bisa berkisar antara 1 nm sampai dengan 1 mm⁽¹¹⁾.

Tabel 2 : Distribusi sumber air untuk minum/masak & mandi/cuci di Desa Kadikaran dan Pulo, Kecamatan Ciruas

No	Jenis sarana air	Minum & Masak				Mandi & Cuci			
		Kadikaran		Pulo		Kadikaran		Pulo	
		Σ RT	%	Σ RT	%	Σ RT	%	Σ RT	%
1	Sgl + pmp	4	9,52	11	52,38	10	23,81	11	52,38
2	Sgl + pt	0	0,00	1	4,76	0	0,00	1	4,76
3	Sgl + emb	0	0,00	9	42,85	7	16,66	9	42,86
4	Air hujan	11	26,19	0	0,00	0	0,00	0	0,00
5	Air sungai	34	80,95	0	0,00	26	61,90	0	0,00

Catatan:
Sgl + pmp: sumur gali dg pompa,
Sgl + pt: sumur gali dg pompa tangan,
Sgl + emb: sumur gali dg ember.

Tabel 3: Kualitas fisik air di Desa Kadikaran dan Pulo

No	Lokasi/ Desa	Jumlah sampel				
		Di periksa (bh)	MS Kekeruhan (%)	MS Warna (%)	MS Rasa (%)	MS Bau (%)
1.	Kadikaran	14	14 (100,00)	14 (100,00)	0 (0,00)	14 (100,00)
2.	Pulo	21	20 (95,23)	21 (100,00)	21 (100,00)	21 (100,00)
Total		35	34 (97,14)	35 (100,00)	21 (60,00)	35 (100,00)

Catatan: MS = memenuhi syarat.

Tabel 4: Hasil pemeriksaan kualitas kimia air di Desa Kadikaran dan Pulo

No	Lokasi/Desa	Hasil pemeriksaan laboratorium		
		Jml sampel	Jml sp MS (%)	Jml sp TMS (%)
1.	Kadikaran	10	9 (90,00)	1 (10,00)
2.	Pulo	6	4 (66,66)	2 (33,33)
Total		16	13 (81,25)	3 (18,75)

Catatan: MS = memenuhi syarat,
TMS = tidak memenuhi syarat.

Air permukaan biasanya lebih keruh dibandingkan dengan air tanah, tingginya *turbidity* biasanya bisa diatasi dengan cara melakukan pengolahan air sederhana seperti: pengendapan, penyaringan, atau koagulasi ⁽¹²⁾. *Turbidity* sangat mempengaruhi kualitas bakteriologis air, karena mengganggu proses pemeriksaan/pengukuran atau deteksi bakteri atau virus dalam air ⁽¹³⁾. Pada air yang keruh kehadiran bakteri *E coli* bisa terlindungi pada air yang mengandung chlorine 0,35 mg/l atau lebih ⁽¹²⁾

C. Kualitas kimia air

Untuk mengetahui kualitas kimia air yang dimanfaatkan masyarakat di Desa Kadikaran dan Pulo, sejak dari sumber air sampai air siap diminum telah diambil 16 sampel air untuk pemeriksaan kualitas

kimia di laboratorium. Sampel-sampel air tersebut terdiri dari: 8 sampel air minum, 7 sampel air bersih dan 1 sampel air sungai. Dari hasil pemeriksaan laboratorium tersebut 3 buah sampel (18,75 %) dari 16 sampel air yang diperiksa tidak memenuhi syarat (TMS) kualitas kimia. Dari tiga buah sampel yang tidak memenuhi syarat kimia tersebut, parameter-parameter yang tidak memenuhi syarat meliputi: total padatan terlarut dan kandungan chlorida. Data hasil pemeriksaan kualitas kimia sampel-sampel air (Tabel 4).

Dalam Tabel 4 tersebut di atas dapat dikemukakan bahwa: di Desa Kadikaran, dari 10 buah sampel air yang diperiksa 9 buah (90,00 %) memenuhi persyaratan kimia, sedangkan 6 buah sampel air yang diambil di Desa Pulo, 4 buah

(66,66 %) memenuhi persyaratan kualitas kimia. Persentase sampel air yang tidak memenuhi syarat kimia di Desa Pulo (33,33 %) lebih tinggi dibandingkan dengan persentase sampel air yang tidak

memenuhi syarat di Desa Kadikaran (10,00 %). Untuk mengetahui secara lebih terinci jenis parameter, lokasi asal sampel air, dan hasil pemeriksaan kualitas kimia sampel-sampel air lihat Tabel 5.

Tabel 5: Hasil pemeriksaan laboratorium kualitas kimia dan fisik sample air yang diambil dari Desa Kadikaran dan Pulo, Kecamatan Ciruas

No	Lokasi Sampling (Kode lokasi)	Jenis sumber air	Hasil pemeriksaan laboratorium	Keterangan
1	Kadikaran (A)	Air bersih (PAH)	M.S.	PAH: Penampungan Air Hujan
2	Kadikaran (B)	Air minum (PAH)	M.S.	
3	Kadikaran (C)	Air sungai	TMS	
4	Kadikaran (D)	Air bersih (air sungai)	M.S.	Kekeruhan, NTU 159
5	Kadikaran (E)	Air minum (air sungai)	M.S.	
6	Kadikaran (F)	Air bersih (air sungai)	M.S.	
7	Kadikaran (G)	Air minum	M.S.	
8	Kadikaran (H)	Air bersih (air sungai)	M.S.	
9	Kadikaran (I)	Air minum	M.S.	
10	Kadikaran (J)	Air bersih (air sungai)	M.S.	
11	P u l o (A)	Air minum	M.S.	
12	P u l o (B)	Air bersih (SGL dng ember)	M.S.	
13	P u l o (C)	Air minum	M.S.	SGL: Sumur gali
14	P u l o (D)	Air bersih (pompa air listrik)	M.S.	
15	P u l o (E)	Air minum	T.M.S.	
16	P u l o (F)	Air minum (SGL dg pompa listrik)	T.M.S	

Catatan: MS = memenuhi syarat, TMS = tidak memenuhi syarat.
PAH = penampungan air hujan
SGL = sumur gali.

Berdasarkan data yang tertera pada Tabel 5, terlihat bahwa cemaran kimia yang terdeksi dalam air ialah cemaran unsur clorida (Cl). Unsur ini umumnya tersebar di alam sebagai sodium chlorida (NaCl), potassium chlorida (KCl) dan calcium chlorida (Ca Cl_2). *Taste thresholds* NaCl dan CaCl_2 dalam air berkisar antara 200-300 mg/l ⁽¹⁴⁾. Rasa kopi akan terpengaruh apabila kandungan chlorida sebagai NaCl minimal sebesar 400 mg/l atau kandungan chlorida sebagai CaCl_2 sebesar 530 mg/l ⁽¹⁵⁾. Senyawa NaCl dipakai secara luas pada proses produksi industri kimia seperti caustic soda dan chlorine. Sedangkan senyawa KCl dipakai dalam produksi pupuk ⁽¹⁴⁾.

Hadirnya unsur chlorida dalam air tanah atau permukaan bisa berasal dari akibat kegiatan manusia seperti penggunaan pupuk, buangan industri, buangan *septic tank*, dan penggunaan makanan hewan, atau dapat juga hadir secara alami ⁽¹⁶⁾. Kandungan chlorida pada air yang belum tercemar biasanya rendah, yaitu di bawah 10 mg/l ⁽¹⁶⁾. Tetapi pada beberapa badan air yang tercemar umumnya lebih tinggi, seperti: kandungan chloride dalam air sungai di UK berkisar 11 – 42 mg/l (selama tahun 1974 – 1981) ⁽¹⁷⁾, kandungan chloride di air permukaan yang cenderung terintrusi air laut di USA berkisar antara 5 – 460 mg/l ⁽¹⁸⁾, atau kandungan chloride pada sumur gali yang tercemar di Philip-pines rata-rata sebesar 141 mg/l ⁽¹⁹⁾. Pernah juga dilaporkan kandungan chloride yang tinggi akibat air permukaan yang tercemar *colloids*, di mana kandungan chloride bisa mencapai 40 – 63 mg/l ⁽²⁰⁾.

KESIMPULAN DAN SARAN

1. Sebanyak 53,97 % responden mempergunakan air sungai yang diolah untuk memenuhi kebutuhan air minumnya (di mana sebanyak 17,65 % responden melakukannya dengan pembubuhan tawas), 39,68 % mempergunakan sumur gali, dan 17,46 % mempergunakan air hujan.
2. Dari 16 buah sampel yang diperiksa kualitas kimianya, jumlah sampel air yang memenuhi persyaratan sebanyak 13 sampel (81,25 %), sisanya sebanyak tiga sampel (18,75 %) tidak memenuhi persyaratan. Persentase sampel air yang tidak memenuhi syarat kimia di Desa Kadikaran sebanyak 10,00 %, lebih rendah dibandingkan dengan persentase sampel air yang tidak memenuhi syarat kimia di Desa Pulo, yakni sebanyak 33,33 %.
3. Ditinjau dari jenis sampelnya, dari 8 sampel air minum yang diperiksa kualitas kimianya, sebanyak dua sampel (25,00 %) tidak memenuhi persyaratan kualitas kimia. Kemudian dari tujuh sampel air bersih yang diperiksa kualitas kimianya semuanya (100,00 %) memenuhi syarat. Sedangkan satu buah sampel air sungai yang diperiksa tidak memenuhi syarat secara kimia.
4. Dari 35 sampel air yang diperiksa kualitas fisiknya, sebanyak 34 buah sampel (97,14 %) memenuhi persyaratan kekeruhan, 21 buah sampel (60,00 %) memenuhi persyaratan rasa, tetapi semua sampel yang diperiksa memenuhi persyaratan warna dan bau.
5. Kekeruhan (*turbidity*) sangat mempengaruhi kualitas bakteriologis air, karena mengganggu proses pemeriksaan/pengukuran atau deteksi bakteri dalam air. Di dalam air yang keruh kehadiran bakteri *E. coli* bisa terlindungi pada air yang mengandung chlorine 0,35 mg/l.

6. Hadirnya unsur klorida dalam air tanah atau permukaan bisa berasal dari akibat kegiatan manusia seperti: penggunaan pupuk, buangan industri, dan buangan *septic tank*, atau unsur tersebut dapat juga hadir secara alami.
7. Guna memperbaiki kualitas fisik air, hendaknya digunakan sarana penyaringan air dengan metoda saringan pasir lambat, sarana ini tidak memerlukan pencucian yang sering, dan dapat dilakukan oleh penduduk pedesaan secara mandiri.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada para Pimpinan dan Staf Sub Direktorat Penyehatan Air, Direktorat Penyehatan Lingkungan, Ditjen Pemberantasan Penyakit & Penyehatan Lingkungan Depkes, Pimpinan dan Staf Dinas Kesehatan Kabupaten Serang, serta Pimpinan dan staf Puskesmas Kecamatan Ciruas yang membantu dan memfasilitasi pelaksanaan penelitian ini.

DAFTAR RUJUKAN

1. International Commission on Radiological Protection. Report of the Task Group on Reference Man. New York, Pergamon Press, 1992 (ICRP No. 23).
2. Principles of the safety assessment of food additives and contaminants in food. Geneva, World Health Organization, 1987 (Environmental Health Criteria, No. 70).
3. Principles for the toxicological assessment of pesticide residues in food. Geneva, World Health Organization, 1990 (Environmental Health Criteria, No. 104).
4. ILEC & Lake Biwa Research Institute, eds. (1988-1993) Survey of the state of world lakes Vol. I-IV Otsu Nairobi, ILEC/UNEP.
5. IPCS Environmental Health Criteria 36. Fluorine and fluorides. Geneva, WHO 1984.
6. IPCS Environmental Health Criteria 18. Arsenic. Geneva, WHO 1981.

7. Bagla P & Kaise J/ India's spreading health crisis draws global arsenic experts. Science 1996 ; 274: 174 -- 175.
8. Hopenhayn-Rich C et al. (1996) Bladder cancer mortality associated with arsenic in drinking water in Argentina. Epidemiology 1996; 7: 117-181.
9. ECOTOC. Nitrate and drinking water. Brussels, ECOTOC (Technical Report No. 27) 1988.
10. Katz EL. The stability of turbidity in raw water and its relationship to chlorine demand. Journal of the American Water Works Association, 1986, 78(2):72-75.
11. McCoy WF, Olson BH. Relationship among turbidity, particle counts and bacteriological quality within water distribution lines. Water Research, 1986, 20(8):72 - 75.
12. Department of National Health and Welfare (Canada). Guidelines for Canadian drinking water quality. Ottawa, 1991.
13. LeChevallier MW, Evans, TM, Seidler RJ. Effect of turbidity on chlorination efficiency and bacterial persistence in drinking water. Applied and environmental microbiology 1981, 42(1):159-167.
14. International Agency for Research on Cancer, Some metals and metallic compounds. Lyon, 1980: 205-323 (IARC Monographs on the Evaluation of the Carcinogenic Risk of Chemicals on Humans, Vol. 23).
15. Chromium. Geneva, World Health Organization, 1988 (Environmental Health Criteria No. 61).
16. Slooff W et al. Integrated criteria document chromium. Bilthoven, Netherlands, National Institute of Public Health and Environmental Protection, 1989 (Report no. 758701002).
17. National Academy of sciences. Drinking water and health, Vol. 2 Washington, DC, National Academy Press, 1980.
18. Xingzhen Q, Xiuxia L., Investigation on the natural background values and states of elements in natural water from the upper reaches of the Nenjiang river) Kexue tongbao, 1987, 32 (14):983-987 (in Chinese).
19. Barrie LA et al. On the concentration of trace metals in precipitation. Atmospheric environment, 1987, 21(5): 1133-1135.
20. Nriagu JO, Nieboer E, eds. Chromium in the natural and human environment. New York, NY, John Wiley, 1988.